

叶瑜,徐芳,蒋遇,等. 基于GIS的梧州菜瓜主要生育期气候适宜度区划[J]. 气象研究与应用,2023,44(4):126-131.

YE Yu,XU Fang,JIANG Yu,et al. Climate suitability regionalization for the main growth stages of Cucumis Melo Subsp in Wuzhou based on GIS[J]. Journal of Meteorological Research and Application,2023,44(4):126-131.

基于GIS的梧州菜瓜主要生育期气候适宜度区划

叶瑜,徐芳,蒋遇,卢建壮

(梧州市气象局,广西梧州 543000)

摘要: 基于梧州市5个国家气象站和49个区域自动气象站1993—2022年的气象数据,结合菜瓜生长发育不同时期所需的气象条件,建立适宜度模型,采用GIS技术对梧州菜瓜各个生育期进行气候适宜度区划。结果表明,菜瓜定植期气候最适宜区为梧州市大部地区;菜瓜开花期气候最适宜区主要分布在蒙山县苍梧县大部、长洲区北部、万秀区北部、藤县中部和东南部;菜瓜结果熟收期气候最适宜区主要分布在蒙山县、藤县西北部和东南部、苍梧县中部等区域。梧州市的气候条件基本满足菜瓜的生长发育需求,可以大力推广菜瓜种植。

关键词: 菜瓜;气候适宜度;关键物候期;种植区划

中图分类号: S162.5

文献标识码: A

doi: 10.19849/j.cnki.CN45-1356/P.2023.4.20

菜瓜又名梢瓜、脆瓜、越瓜、蛇甜瓜等,是葫芦科黄瓜属甜瓜种的一个变种^[1]。以嫩瓜为食,属小众蔬菜,无香味,可以生吃也可炒食,但通常用于腌制酱菜。广西梧州市苍梧县沙头镇、石桥镇一带广泛种植,以爬地栽培方式生产,外型光滑少刺,口感清甜脆嫩,其品质优异,肉质肥厚,在当地主要用于鲜切加工,腌制加工成瓜皮食品,当地人称为“地瓜榨”,产品深受当地居民欢迎。随着南菜北运市场的需求及快速发展,大力发展梧州特色农业,推广地方种质资源,提升其品牌价值,扩大种植区域具有积极的现实意义。影响菜瓜生长发育的关键是气象条件和气候环境,因此开展梧州菜瓜气候适宜度区划研究对推动菜瓜产业以及农业经济发展具有重要意义。国内大量专家学者对不同种类黄瓜与气候的关系进行研究,取得许多成果。周晓倩等^[2]通过比较高唐县秋延迟黄瓜栽培适宜的气象条件和各生育期的气候情况,分析高唐县秋延迟黄瓜栽培中存在的主要气象问题,进而提出相应的栽培和生产管理措施。苏利军^[3]根据日光温室黄瓜不同生育期适宜的农业气象条件、主要农业气象灾害、常见病害发生指标,为农户提供技术指导,提高农户抵御灾害性天气、防御病害

的能力。陈冰等^[4]应用气候统计的方法对化州笪桥黄瓜周年露地种植的农业气候条件进行分析,并根据黄瓜种植的气候条件,提出相关趋利避害的防御措施。魏瑞江等^[5]建立日光温室内气温、空气相对湿度、接受到的太阳辐射及其综合因子对黄瓜生长发育的适宜度模型,运用黄瓜实际产量与适宜度的关系对模型进行检验,得出黄瓜产量随综合小气候适宜度的增加而增加,两者相关显著。黄汝红等^[6]通过对钦州市各县区历年气象要素资料、气候特点及农业气象灾害发生规律进行统计分析,结合黄瓜的生物学特性及钦州市黄瓜生产的实际,找出影响钦州市黄瓜生产的主要农业气象灾害,并提出相应的防御对策。但是,国内外对于菜瓜的气候适宜度研究尚未涉及,本研究尝试从农业气象角度研究菜瓜主要生育期的气候适宜度,为全面推广种植菜瓜提供气象理论依据。

1 资料与方法

1.1 资料来源

气象资料来源于广西农业气象大数据应用平台。采用气象资料为梧州市5个国家气象站及49

收稿日期:2023-11-01

基金项目:2022年广西梧州市科学技术局项目“梧州市无刺黄瓜推广种植气候可行性研究”(梧州市科技局202202066)

第一作者简介:叶瑜(1988—),男,工程师,硕士,主要从事农业气象相关研究。E-mail:645798603@qq.com

个区域自动站 1993—2022 年 5 月 21 日—7 月 20 日的气象数据,包括气温、降水量等气象要素的逐日观测资料。先对气象数据按质量控制规范要求进行审核,一方面,要求无明显过失及系统误差,对随机误差忽略不计,温度精确度要求为 0.1℃。另一方面,要求各气象数据在时间序列上具有均一性,符合气象观测规范要求^[7]。

1.2 方法

1.2.1 短序列订正方法

气温或降水量资料序列订正方法主要有两步订正法、逐步回归订正法、比值订正法、差值订正法、一元回归订正法。尹文昱等^[8]认为各区域自动站和国家站处于大致相同的大气环流背景下,平均气温存在较好的相关关系,而且各气象站普遍都有连续多年的观测资料,因此对各区域自动站平均气温的订正采用一元回归订正法。李军等^[9]对降水相对系数的稳定性进行订正,即先订年降水量,再根据国家站时段降水量与年降水量的相对系数得到区域自动站的时段降水量,年降水量采用一元回归订正法对各区域自动站的年降水量进行订正。

首先 x 设为国家站,具有 N 年资料; y 站为区域自动站,有 n 年资料; $n < N$ 并且 n 年包括在 N 年内,需要将区域自动站 n 年资料订正到 N 年。采用一元回归法对各区域自动站的气温或降水量进行订正。订正的基本公式为:

$$\bar{y}_N = \bar{y}_n + r \frac{\sigma_x}{\sigma_y} (\bar{x}_N - \bar{x}_n) \quad (1)$$

式中, \bar{x}_n 、 \bar{y}_n 分别表示国家站和区域自动站 n 为平行观测时期内气温或降水量的年平均值, \bar{x}_N 、 \bar{y}_N 分别为国家站和区域自动站 N 年内气温或降水量的年平均值, σ_x 、 σ_y 分别表示国家站和区域自动站在 n 年内气温或降水量的标准差, r 表示国家站和区域自动站在 n 年内气温或降水量的相关系数。

当两站对应要素完全相关且标准差完全相等,即 $r=1$, $\sigma_x=\sigma_y$, 由式(1)可以得出差值订正法公式为:

$$\bar{y}_N = \bar{y}_n + \bar{x}_N - \bar{x}_n \quad (2)$$

1.2.2 空间插值

在插值方法上,通常有反距离权重法(IDW)、普通克里金法(OK)、样条函数法(Spline)、Anusplin 插值法(Anusplin)、趋势面分析法(Trend)等方法。郑雯华等^[10]认为对气温的空间插值,普通克里金法的误差相对较小,插值效果最好;刘欢^[11]通过比较分析得到降雨的空间插值,采用反距离权重法更能详细地

显示出局部地区降雨量的变化;徐翔等^[12]认为样条函数法更适合复杂地形环境下气候空间插值。本研究分别采用普通克里金法、反距离权重法、样条函数法对梧州市气温适宜度、降雨适宜度、气候适宜度进行空间插值分析。

1.2.3 适宜度模型

1) 气温适宜度。根据刘武等^[13]研究建立菜瓜气温适宜度模型。

$$S(T) = \begin{cases} \frac{(T-T_1)(T_2-T)^B}{(T_0-T_1)(T_2-T_0)^B} & \text{当 } T_1 \leq T \leq T_2 \\ 0 & \text{当 } T < T_1 \text{ or } T > T_2 \end{cases} \quad (3)$$

式中 $B = \frac{T_2-T_0}{T_0-T_1}$, $S(T)$ 为作物温度适宜度, T 为实际温度, T_0 、 T_1 、 T_2 分别为作物的生长最适温度、下限温度和上限温度。

2) 降雨适宜度。根据宋迎波等^[14]研究建立菜瓜降雨适宜度模型。

$$S(R) = \begin{cases} 1 & -30\% \leq \text{统计时段内降雨距平百分率} \leq 30\% \\ \frac{R}{R_1} & \text{统计时段内降雨距平百分率} < -30\% \\ \frac{R_1}{R} & \text{统计时段内降雨距平百分率} > 30\% \end{cases} \quad (4)$$

式中 $S(R)$ 为降雨适宜度, R 为统计时段内降雨量, R_1 为统计时段内多年平均值。

3) 气候适宜度。由于梧州市乡镇区域自动站没有日照时数观测,故不建立光照适宜度模型,只考虑气温、降雨对菜瓜不同生育期的影响。根据姚源山等^[15]研究建立菜瓜气候适宜度模型。

$$S(T, R) = \sqrt{S(T) \times S(R)} \quad (5)$$

式中 $S(T, R)$ 为菜瓜气候适宜度, $S(T)$ 为气温适宜度, $S(R)$ 为降雨适宜度。

2 结果与分析

梧州市地形复杂多样,立体气候明显,南北气候差异大,运用自动气象观测站资料进行空间分析,以反映梧州市的气候特点。根据对历年梧州菜瓜产量、品质、市场价格等数据与菜瓜主要生育期气温、降水等气候适宜度指标进行对比分析、相关性分析建立适宜度模型,并划分三个等级,分别为 0.391~0.800, 0.801~0.900, 0.901~1.000。设定 $S(T, R) \leq 0.800$ 为次适宜区, $0.800 < S(T, R) \leq 0.900$ 为适宜区, $S(T, R) > 0.900$ 为最适宜区。采集梧州市 5 个国家气象站及 49 个区域自动站的气象资料,利用地理信息系统(GIS)软件进行插值,得出梧州市气温及

降雨的空间适宜度分布,对菜瓜种植气候适宜度进行拟合分析,获得菜瓜主要生育期的气候适宜区划。

2.1 菜瓜种植气候适宜度指标

菜瓜的主要生育期分为定植期、开花生长期、结果熟收期。由表 1 可见,菜瓜种植的适温范围比较

广,且在不同生长发育时期对温度的要求不同。定植期适宜温度为 20~30℃,适宜降雨量为 70~130 mm。开花生长期适宜温度为 20~32℃,适宜降水量为 270~360 mm。结果熟收期适宜温度为 20~32℃,适宜降雨量为 170~220 mm。

表 1 梧州菜瓜气候适宜度指标

生育期	时间	下限气温/℃	最适宜气温/℃	上限气温/℃	适宜降雨量/mm
定植期	5 月下旬	20	25	30	70 ~ 130
开花生长期	6 月	20	25	32	270 ~ 360
结果熟收期	7 月上中旬	20	25	32	170 ~ 220

2.2 菜瓜生长发育期气候适宜度

2.2.1 定植期

5 月下旬是梧州菜瓜定植时期,此期间若温度太低会影响幼苗根系和以后植株生长,幼苗变黄,当温度升高后,缓苗恢复生长慢,抗逆性差。温度过高使幼苗失水过多,停止生长,严重的萎蔫死亡。同时应当控制水分,水分过多,幼苗地下根部积水,易导致缺氧,根的呼吸作用受到阻碍,生理功能降低,根系吸水、吸肥能力受阻,最终导致死亡。

从气温适宜度图(图 1a)可知,定植期梧州市的气温适宜度为 0.800~1.000,呈现由南到北逐渐递增的趋势。梧州市气温均能满足菜瓜定植期的生长发育需要,气温适宜度 0.801~0.900 的区域主要分布

在岑溪市南部、蒙山县北部等地;梧州市其余地区的气温适宜度为 0.901~1.000。从降雨适宜度图(图 1b)可知,定植期梧州市的降雨适宜度为 0.491~1.000,除了蒙山县南部、藤县西北部和中部、苍梧县东北角等少数乡镇适宜度偏低外,其余地区水分条件均能满足菜瓜定植期生长发育的需求。

从气候适宜度(图 1c)可知,梧州市气候条件对菜瓜定植期生长发育有利。次适宜区气温和降雨配合相对较差,主要分布在藤县西北部和南部,苍梧县东北角等少数地区;适宜区主要分布在蒙山县南部,藤县北部等区域;梧州市其余地区均为最适宜区,该地区气温和降雨配合良好。

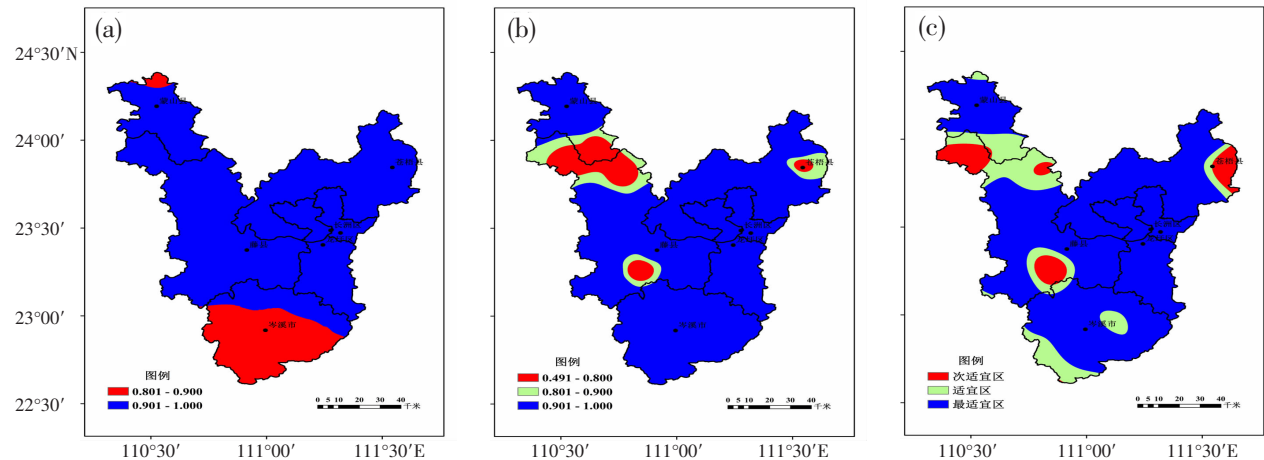


图 1 梧州菜瓜定植期气候适宜度
(a)气温适宜度;(b)降雨适宜度;(c)气候适宜度

2.2.2 开花生长期

6 月是梧州菜瓜开花生长时期,此期间若温度太高则菜瓜呼吸量增加,而净同化率下降,温度越高,光合作用急剧衰退,代谢机能受阻,雄花落蕾或

不能开花,花粉发芽力低下,导致畸形果发生;水分要适当控制,防止地上部徒长,促进根系发育,建立具有生产能力的同化体系,为结果期打好基础。

从气温适宜度图(图 2a)可知,开花生长期梧州

市的气温适宜度为 0.590~1.000,梧州市大部地区气温基本能满足菜瓜开花生长期的生长发育需求。0.901~1.000 主要分布在蒙山县,藤县西北角,苍梧县中部和万秀区北部等区域,该地区气温适宜;0.590~0.800 主要分布在岑溪市,藤县中南部,龙圩区大部,长洲区南部和万秀区南部等区域;梧州市其余地区的气温适宜度为 0.801~0.900。从降雨适宜度图(图 2b)可知,开花生长期梧州市的降雨适宜度为 0.578~1.000,梧州市 6 月降雨比较充沛,除苍梧县中

部,藤县北部等少数地区适宜度偏低外,其余地区水分条件均能满足菜瓜开花生长期生长发育的需求。

从气候适宜度(图 2c)可知,梧州市气候条件对菜瓜开花生长期生长发育有利。最适宜区气温和降雨配合良好,主要分布在蒙山县,苍梧县大部,长洲区北部,万秀区北部,藤县中部和东南部;次适宜区气温和降雨配合相对较差,主要分布在岑溪市西部和东部,藤县西部,苍梧县北部等区域;梧州市其余地区均为适宜区,该地区气温和降雨配合较好。

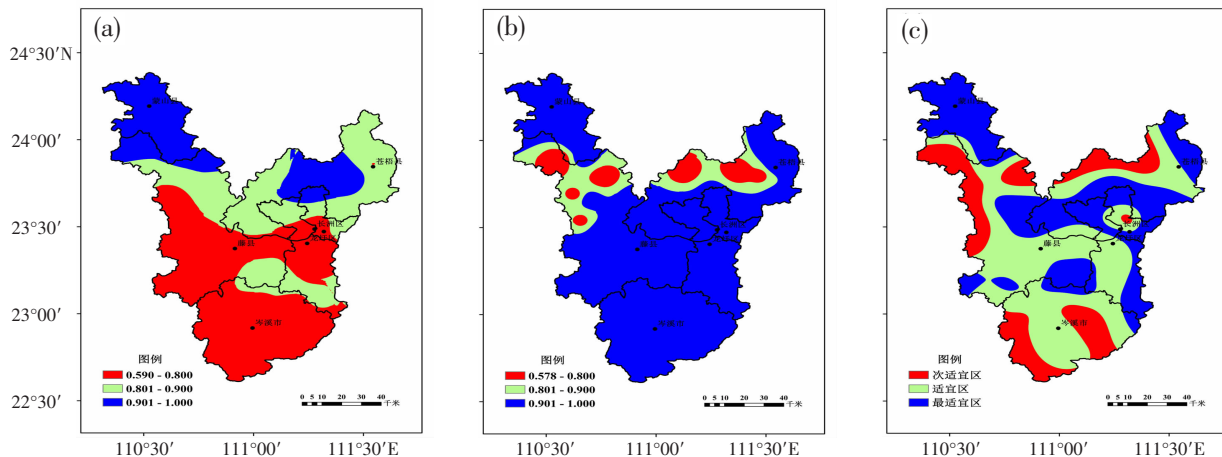


图 2 梧州菜瓜开花生长期气候适宜度
(a)气温适宜度;(b)降雨适宜度;(c)气候适宜度

2.2.3 结果熟收期

7 月上中旬是梧州菜瓜结果熟收期,该期间菜瓜植株挂果后营养生长旺盛,对温度、水分非常敏感,当温度和水分匹配完好时,才能提高结果率,获得高产。温度不宜过高,应适当控制,温度越高,呼吸作用的消耗高于光合作用的合成,代谢机能受阻,

生长停止^[16];水分供应需充足,菜瓜生长迅速,气温又渐高,叶面积逐渐扩大,果实采收量不断增加,水分供应也要相应增多,因此对水分的需求量非常大。

从气温适宜度图(图 3a)可知,结果熟收期梧州市的气温适宜度为 0.391~0.900,梧州市的气温基本能满足菜瓜结果熟收期的生长需求。0.801~0.900 主

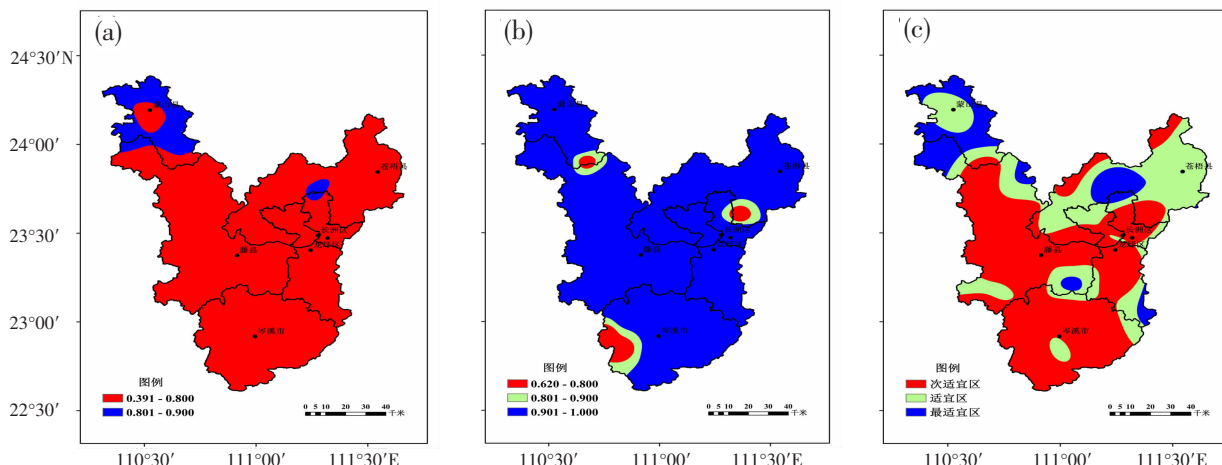


图 3 梧州菜瓜结果熟收期气候适宜度
(a)气温适宜度;(b)降雨适宜度;(c)气候适宜度

要分布在蒙山县大部区域,该区域气温适宜度较高,有利于菜瓜品质的形成。梧州市其余地区的气温适宜度为 0.391~0.800。从降雨适宜度图(图 3b)可知,结果熟收期梧州市的降雨适宜度为 0.620~1.000,梧州市 7 月上中旬降雨非常充沛,除了少数几个乡镇适宜度偏低外,其余地区水分条件均能满足菜瓜结果熟收期生长发育的需求。

从气候适宜度(图 3c)可知,梧州市气候条件对菜瓜结果熟收期生长发育较有利。最适宜区气温和降雨配合良好,主要分布在蒙山县、藤县西北部和东南部,苍梧县中部等区域;次适宜区气温和降雨配合相对较差,主要分布在藤县大部、岑溪市大部、龙圩区大部、万秀区南部和长洲区南部等区域;梧州市其余地区均为适宜区,该地区气温和降雨配合较好。

3 结论和讨论

菜瓜作为梧州特色农业,综合考虑影响菜瓜生长较为关键的气候因子,建立数据模型,分别从定植期、开花生长期、结果熟收期对菜瓜进行研究分析,采用 GIS 技术对梧州菜瓜各个发育期进行区划。菜瓜定植期气候最适宜区为梧州市的大部地区,菜瓜开花生长期气候最适宜区主要分布在蒙山县、苍梧县大部、长洲区北部、万秀区北部、藤县中部和东南部;菜瓜结果熟收期气候最适宜区主要分布在蒙山县、藤县西北部和东南部、苍梧县中部等区域。梧州市的气候条件基本满足菜瓜的生长需求,可以大力推广菜瓜种植。

气候条件是决定作物种植区域及产量品质的重要因素^[17]。合理开发和利用气候资源是提高菜瓜产量、品质 and 经济效益的重要前提。菜瓜种植气候适宜度主要从气候相似性进行分析,区划结果为梧州菜瓜产业发展、合理扩大优质区栽培区域提供理论支撑。本研究对菜瓜生长的主要发育期气候适宜度进行区划,表明梧州市的气候条件是非常适合菜瓜生长发育的,菜瓜的推广种植从气候的角度看是可行的。

由于资料的匮乏,本研究只采取气温和降雨两个影响菜瓜生长的气候指标进行建立模型,不同的数据建立不同的模型,分析结果有所差异。另外,菜瓜生长发育过程中除受到气候条件的影响外,还受到下垫面土壤类型、肥料等影响,因此建立气候与品种、土壤等类型相结合的适宜度模型,其评价效果更

客观,更具有科学指导性^[18]。后期可继续积累资料,相关工作有待在今后做更深入的研究。

参考文献:

- [1] 马君岭,李学玲,王春明.菜瓜的田间管理技术[J].长江蔬菜,2011(3):11-12.
- [2] 周晓倩,周凤芸.高唐县秋延迟黄瓜栽培的气象条件分析[J].山东气象,2004,24(4):42-43.
- [3] 苏利军.呼和浩特日光温室黄瓜气象服务技术指标研究[J].内蒙古科技与经济,2022(4):96-98.
- [4] 陈冰,蔡孙平,李志杰.化州笪桥黄瓜周年露地种植的气象条件分析[J].现代农业科技,2011(23):319-320.
- [5] 魏瑞江,王鑫,朱慧钦.日光温室黄瓜小气候适宜度定量评价模型[J].气象,2015,41(5):630-638.
- [6] 黄汝红,何群源,李会玲.影响广西钦州市黄瓜生产的农业气象灾害及防御对策[C].第六届粤西、北部湾区域气象合作会议暨气象灾害防御研讨会,广东:广东科技出版社,2010.
- [7] 王莹,苏永秀,李政.广西西部山区日最低气温短序列订正方法[J].山地学报,2012,30(2):186-194.
- [8] 尹文昱,祝青林.大连月平均气温短序列订正方法[J].气象科技,2008,36(6):740-744.
- [9] 李军,黄敬峰,王秀珍,等.山区月降水量的短序列订正方法[J].山地学报,2005,23(6):687-693.
- [10] 郑雯华,赵阳,刘一林,等.基于 GIS 的河西走廊气温空间插值方法比较[J].智能城市,2023,9(2):58-61.
- [11] 刘欢.降水量空间插值方法比较研究[J].科技创新与生产力,2021(5):52-54.
- [12] 徐翔,许瑶,孙青青,等.复杂山地环境下气候要素的空间插值方法比较研究[J].华中师范大学学报(自然科学版),2018,52(1):122-129.
- [13] 刘武,莫家尧,李政,等.广西柑橘气候适宜度模型[J].中国农学通报,2021,37(25):109-114.
- [14] 宋迎波,王建林,李昊宇,等.冬小麦气候适宜诊断指标确定方法探讨[J].气象,2013,39(6):768-773.
- [15] 姚源山,左晋,杨胜忠,等.黔东南州种植蜂糖李气候适宜性研究[J].中低纬山地气象,2023,47(2):64-68.
- [16] 张曼义,杨再强,侯梦媛.土壤水分胁迫对设施黄瓜叶片光合及抗氧化酶系统的影响[J].中国农业气象,2017,38(1):21-30.
- [17] 杨世琼,谭文,张波,等.贵州灿烂蓝莓种植气候适宜度区划[J].贵州农业科学,2022,50(7):99-105.
- [18] 蒋松林,马洪燕,盛升旺,等.基于 GIS 的岑川县线辣椒气候适宜性区划[J].贵州农业科学,2022,50(10):87-92.

Climate suitability regionalization for the main growth stages of *Cucumis Melo* Subsp in Wuzhou based on GIS

YE Yu, XU Fang, JIANG Yu, LU Jianzhuang

(Wuzhou Meteorological Bureau, Guangxi Wuzhou 543000, China)

Abstract: Based on the meteorological data of 5 national meteorological stations and 49 regional automatic meteorological stations in Wuzhou from 1993 to 2022, combined with the meteorological conditions required for different periods of growth and development of *Cucumis Melo* Subsp, a suitability model is established and the climatic suitability for each growth period of *Cucumis Melo* Subsp in Wuzhou was carried out by using GIS technology. The results show that the most suitable climate area for the planting period of *Cucumis Melo* Subsp is Wuzhou city, and for the flowering and growth period of *Cucumis Melo* Subsp is mainly distributed in most parts of Mengshan County and Cangwu County, the northern part of Changzhou District, the northern part of Wanxiu District, and the central and southeastern parts of Teng County. The most suitable climate area for the ripening and harvesting period of *Cucumis Melo* Subsp is mainly distributed in Mengshan County, the northwest and southeast of Teng County, and the central part of Cangwu County. Therefore, the climate conditions in Wuzhou City basically meet the growth and development needs of *Cucumis Melo* Subsp, and *Cucumis Melo* Subsp cultivation can be vigorously promoted.

Key words: *Cucumis Melo* Subsp; climatic suitability; key climatic period; planting zoning